

контакты исследуемого полупроводникового прибора выводятся наружу для включения в различные измерительные цепи.

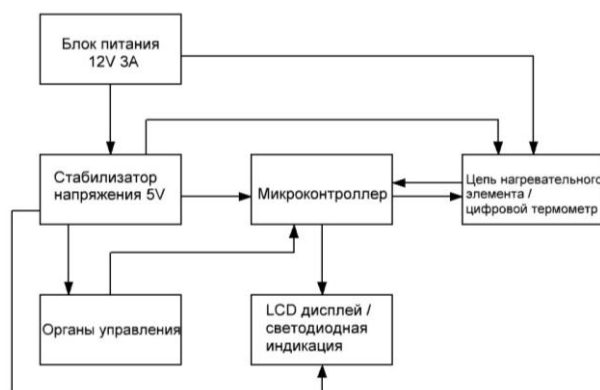


рис. 1 Структурная схема макета

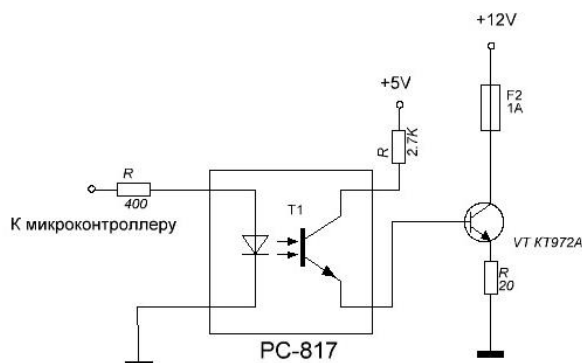


рис. 2 Схема цепи нагревательного элемента

В качестве контрольного эксперимента был использован кремниевый диод FR-207[6]. На его основы были получены характеристики близкие к стандартным для различных температурных режимов[7].

Таким образом, была разработана структурная схема (рис.1) и изготовлен макет для исследования вольтамперных характеристик полупроводниковых приборов в лабораторных условиях. Написана специализированная программа для обработки данных и управления внутренними цепями макета. Проведены контрольные измерения вольтамперных характеристик диода при различных температурах. Использование программного управления и современной цифровой техники позволяет поддерживать температуру с точностью  $\pm 1^\circ\text{C}$  в течение длительного времени. Применение LCD дисплея позволяет наглядно отображать текущую температуру и настройки. Использование транзисторов в качестве нагревательных элементов позволяет локализовать область нагрева и сократить энергопотребление по сравнению с резистивными или индукционными нагревательными элементами.

Список публикаций:

- [1]Electronic components datasheet search [Электронный ресурс]. URL: <http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/58557/DALLAS/DS18B20.html> (дата обращения: 5.11.2016).
- [2]Интеграл [Электронный ресурс]. URL: <http://www.transistor.by/i/pdf/kt972.pdf> (дата обращения: 18.11.2016).
- [3]Electronic components datasheet search [Электронный ресурс]. URL: <http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/392273/ATMEL/ATMEGA168PA-AU.html> (дата обращения: 5.11.2016).
- [4]Электронные компоненты [Электронный ресурс]. URL: [http://www.fotorele.net/pdf/TIPY\\_KORPUSOV\\_IMPORTNYH\\_DIODOV.pdf](http://www.fotorele.net/pdf/TIPY_KORPUSOV_IMPORTNYH_DIODOV.pdf) (дата обращения: 3.12.2016).
- [5]Farnel Element [Электронный ресурс]. URL: <http://www.farnell.com/datasheets/73758.pdf> (дата обращения: 11.01.2017).
- [6]Electronic components datasheet search [Электронный ресурс]. URL: <http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/33979/WTE/FR207.html> (дата обращения: 13.01.2017).
- [7] Федотов, Я.А. Основы физики полупроводниковых приборов / Я.А. Федотов; ред. И.М. Волкова. - Москва: Советское радио, 1963.-655с.

## Моделирование плавления тепловыделяющего элемента в реакторах на быстрых нейтронах

**Николаенко Александр Вадимович**

Новосибирский национальный исследовательский государственный университет

Усов Эдуард Викторович

[alexander.nickolaenko@yandex.ru](mailto:alexander.nickolaenko@yandex.ru)

Обоснование безопасности энергетических реакторных установок – важнейший этап проектирования. Однако, проведение натурного эксперимента для обоснования безопасности конструкции реактора зачастую невозможно. На сегодняшний день, преобладающим подходом к валидации того или иного проекта является численное моделирование процессов, протекающих в реакторе.

В ходе тяжёлой аварии в реакторе на быстрых нейтронах с охлаждением жидким натрием, теплоноситель может разогреться до температуры кипения, испариться из активной зоны, оголив, таким образом поверхность тепловыделяющего элемента (ТВЭЛ). В результате оголения может расплавиться как оболочка ТВЭЛ, так и топливо. Дальнейшее движение расплава зависит от баланса сил, гравитации, сил вязкого

трения с поверхностью твэл и, трения с газовым потоком. Поэтому важным является понимание того, какой эффект будет иметь преобладающее воздействие и в какую сторону будет двигаться плёнка расплава.

В представленной работе исследуется поведение расплавленной в результате аварии оболочки твэл реактора на быстрых нейтронах с учётом различных внешних условий: под действием силы тяжести, трения плёнки расплава с газовым потоком и одновременном действии указанных сил. Для проведения численных расчётов использовался модуль SAFR интегрального кода ЕВКЛИД/V2[1], разработанный в ИБРАЭ РАН.

Численное решение анализировалось при различных расчётных параметрах, таких как шаг интегрирования, масштаб расчётной сетки и др. Результаты сравнивались с аналитическим решением рассматриваемой физической модели. В результате анализа, было выяснено, что средняя абсолютная погрешность численного метода, в сравнении с аналитическим решением, не превышает 5% при любых допустимых параметрах расчета.

Для проведения вышеописанных расчётов была проведена интеграция метода, позволяющего правильно рассчитывать перенос массы и энергии между расчётными ячейками. А именно, доработана возможность переноса массы и энергии большей, чем есть на текущий временной момент в ячейке, за счёт добавления свободного члена, уравнивающего правую часть уравнения.

Внедрение этого метода позволило проводить численные расчёты с использованием модуля в условиях приблизительно равных по силе воздействия силы гравитации и одновременного трения поверхности плёнки с газовым потоком.

Список публикаций:

[1] Алипченков В.М., Беликов В.В., Васекин В.Н., Вепрев Д.П., Веретенцев В.А., Иванов Е.Н., Колобаева П.В., Кудашов И.Г., Мосунова Н.А., Стаханова А.А., Стрижов В.Ф., Усов Э.В., Муратов А.Г., Тюков В.В., Анфимов А.М., Горбунов В.С., Кузнецов Д.В. // *Материалы Третьей международной научно-технической конференций. «Инновационные проекты и технологии ядерной энергетики» Москва, 07-10 октября 2014; Изд-во ОАО "НИКИЭТ". 2014. С.175-191.*

## **Автоматизация системы детектирования подвижности лабораторных мышей в биологических экспериментах**

**Перетягко Александр Павлович**

*Новосибирский государственный университет*

*Рудаков Аркадий Владимирович*

*alex\_p94@mail.ru*

В ряде биологических экспериментов над лабораторными мышами ученым требуется знать, насколько подвижными были их подопытные. В настоящее время существуют системы мониторинга двигательной активности лабораторных мышей на основе систем видеонаблюдения. Специализированная обработка изображения получаемого с видеокамеры позволяет измерять уровень активности мыши и классифицировать её движение. Однако этот подход достаточно ресурсоемкий. Во многих экспериментах может одновременно участвовать (в различных клетках) несколько десятков подопытных мышей, а масштабирование системы видеонаблюдения оказывается экономически не приемлемым. При этом зачастую не требуется дифференциация типов движения и разрешение мелкой моторики, а достаточно лишь фиксировать перемещение мыши в пределах клетки.

Для решения данной задачи был выбран способ измерения количества движения при помощи пассивной инфракрасной матрицы малого разрешения. Пассивная инфракрасная матрица имеет достаточную разрешающую способность для фиксации небольших температурных изменений. Данный способ позволяет однозначно детектировать факт движения мыши. А также, исходя из распределения интенсивности инфракрасного излучения и перемещения его пиков, оценивать количество движения подопытной мыши. В ходе работы был разработан специализированный алгоритм, позволяющий на основе анализа накопленных данных построить траекторию движения подопытной мыши за произвольный временной промежуток.

Для работы была выбрана пассивная инфракрасная матрица AMG8833 производства фирмы Panasonic [1]. На ее основе построен датчик, включающий в себя микроконтроллер, который осуществляет получение данных с пассивной инфракрасной матрицы по интерфейсу I2C, первичную обработку данных и дальнейшую передачу информации на верхний уровень посредством интерфейса RS-485 по протоколу Modbus RTU. Целью настоящей работы являлась разработка соответствующего программного обеспечения для микроконтроллера. Управляющее приложение на верхнем уровне осуществляет опрос необходимого числа датчиков, обработку, накопление и визуализацию полученных данных.